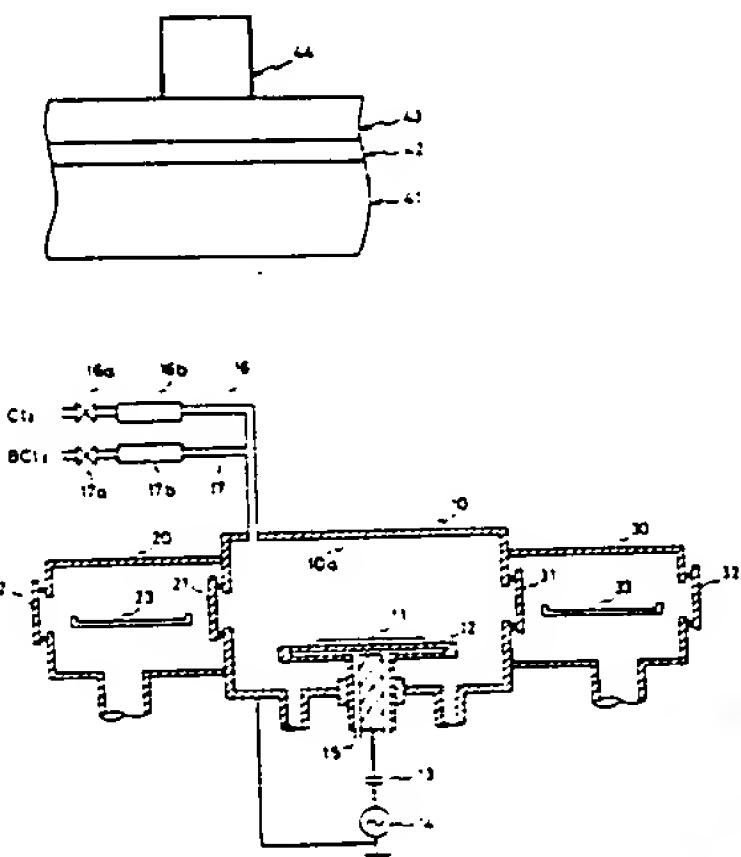


(54) DRY ETCHING OR ALUMINUM AND ALUMINUM ALLOY

(11) 2-71519 (A) (43) 12.3.1990 (19) JP
 (21) Appl. No. 63-222994 (22) 6.9.1988
 (71) TOSHIBA CORP (72) KEIJI HORIOKA(3)
 (51) Int. Cl^s. H01L21/302,C23F4/00

PURPOSE: To execute an etching operation at high speed by a method wherein, when a pattern of an aluminum film or an aluminum alloy film is formed; a mixed gas which has been mixed so as to obtain a specific value of a mixture ratio of boron halogenide to chlorine and whose main components are chlorine and boron halogenide is used.

CONSTITUTION: A silicon oxide film 42 formed by thermal oxidation is formed on a silicon substrate 41; after that, an aluminum-silicon-copper alloy film 43 is formed by a sputter evaporation method; a resist pattern 44 is formed on this alloy film 43, a fundamental object to be processed which has been formed in this manner is etched by using a dry etching apparatus. As dry etching conditions during this process; a mixed gas whose main components are chlorine and boron chloride is used as an etching gas; a ratio of chlorine gas to boron chloride gas is set at 25 to 100%. A pressure of the mixed gas is set within a range of 1 to 20 Pa. Thereby, it is possible to execute an etching operation at high speed and nearly uniformly irrespective of whether a pattern density is large or small.

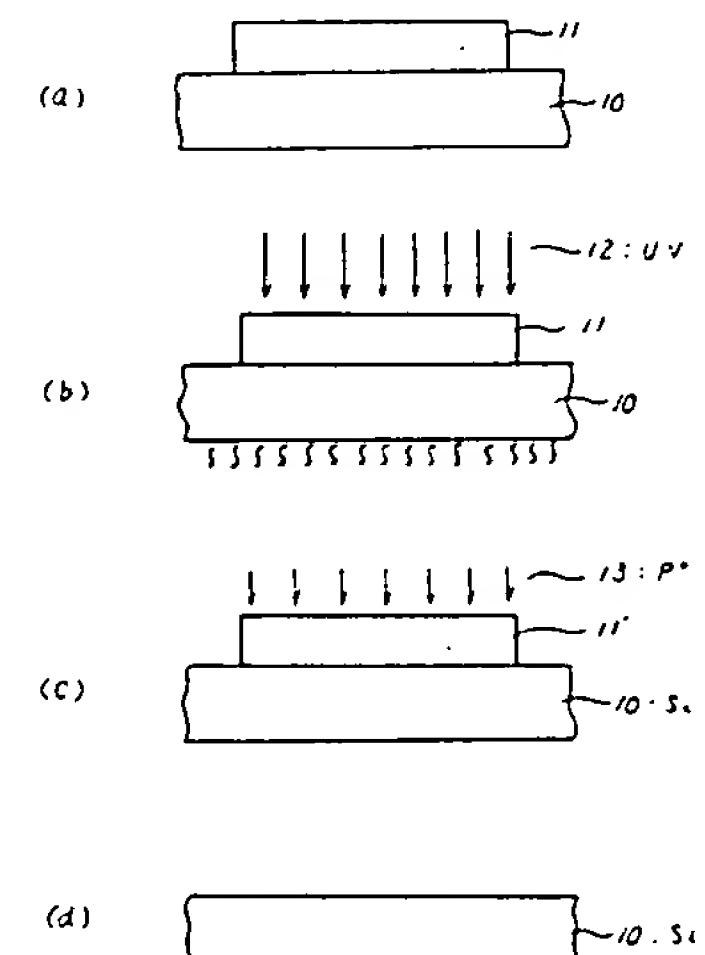


(54) REMOVAL OF RESIST

(11) 2-71520 (A) (43) 12.3.1990 (19) JP
 (21) Appl. No. 63-222241 (22) 7.9.1988
 (71) OKI ELECTRIC IND CO LTD (72) TOSHIYUKI ORITA(1)
 (51) Int. Cl^s. H01L21/302,H01L21/027

PURPOSE: To increase an ashing velocity by a method wherein a resist is cured by using ultraviolet rays and, after that, the resist is removed at a prescribed ashing temperature.

CONSTITUTION: An Si substrate 10 is coated with a positive resist 11; after that, the positive resist 11 is patterned. Then, the positive resist 11 is irradiated with ultraviolet rays 12; the substrate 10 is heated. Then, phosphorus ions 13 are implanted into a positive resist 11' which has been cured by the ultraviolet rays. Then, the resist 11' is removed at an ashing temperature of 150 to 300°C by using a single-wafer ashing. Thereby, a popcorn phenomenon is not caused and it is possible to obtain a high ashing velocity without residue after an ashing operation.

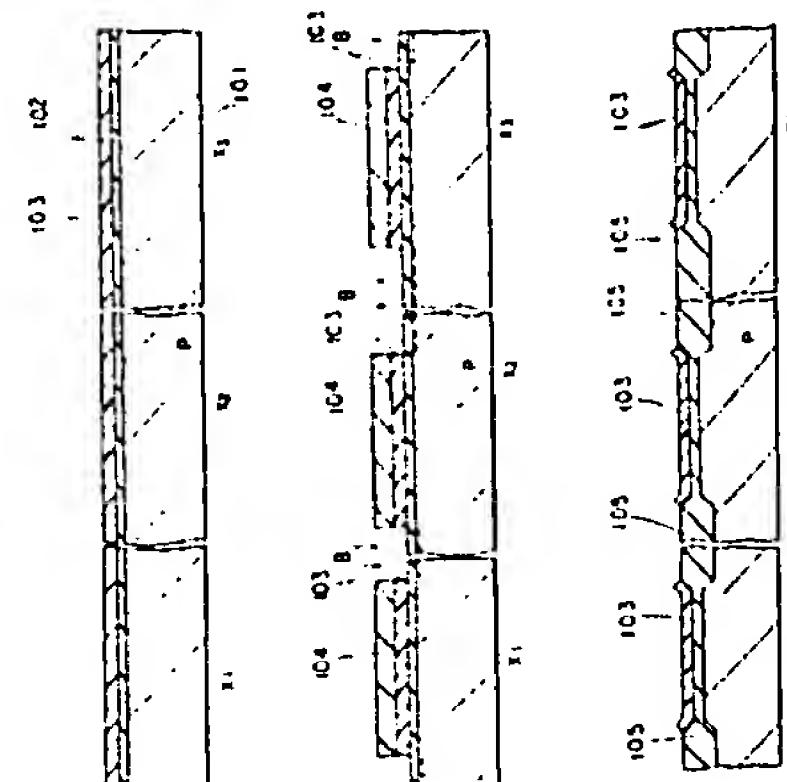


(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR INTEGRATED CIRCUIT DEVICE

(11) 2-71521 (A) (43) 12.3.1990 (19) JP
 (21) Appl. No. 64-107641 (22) 28.4.1989
 (71) HITACHI LTD (72) SHINICHIRO MITANI
 (51) Int. Cl^s. H01L21/316,H01L21/76,H01L27/108

PURPOSE: To realize a high integration of an IC by a method wherein a film thickness of a field insulating film is specified to a prescribed range in order to reduce an area of a dielectric isolation region FO.

CONSTITUTION: A field insulating film 105 is formed selectively on the surface of an Si substrate 101. That is to say, a photoresist film 104 is removed; after that, the surface of the Si substrate 101 is oxidized selectively by thermal oxidation by making use of an Si₃N₄ film 103 as a mask; the SiO₂ film 105 with a thickness of about 5000 Å is formed. This field SiO₂ film is removed gradually during individual processes in posterior processes; when it is completed, it is limited to a range of 2500 to 6000 Å. Thereby, the area of a dielectric isolation region of an element which constitutes an IC can be reduced sharply. Especially, since an FO area can be reduced in a 1 MOS type D-RAM, it is possible to manufacture a 256 K whose chip size is nearly identical to that of a 64K.



⑯日本国特許庁(JP)

⑪特許出願公開

⑫公開特許公報(A) 平2-71519

⑬Int.Cl.:

H 01 L 21/302
C 23 F 4/00
H 01 L 21/302

識別記号

G
E
C

序内整理番号

8223-5F
7047-4K
8223-5F

⑭公開 平成2年(1990)3月12日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全11頁)

⑮発明の名称 アルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法

⑯特 願 昭63-222994

⑰出 願 昭63(1988)9月6日

⑱発明者 堀岡 啓治 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内

⑲発明者 村口 要也 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内

⑳発明者 有門 経敏 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内

㉑発明者 岡野 晴雄 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内

㉒出願人 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

㉓代理人 弁理士木村 高久

明細書

1. 発明の名称

アルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法。

2. 特許請求の範囲

(1) 表面に所定のマスクパターンの形成されたアルミニウムあるいはアルミニウム合金膜を含む被処理基体を、エッティングガスを含む容器内に設置し、放電プラズマを形成し、該被処理基体表面にほぼ垂直なイオン流を生ぜしめ、該アルミニウムあるいはアルミニウム合金膜を該マスクパターンに沿って選択的にエッティングするドライエッチング方法において、

前記エッティングガスが、塩素(Cl₂)とハロゲン化堿素(BX₃: X = Cl, Br)を主成分とする混合ガスであつて、塩素に対するハロゲン化堿素の混合比を25モル%以上100モル%以下としたことを特徴とするアルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法。

(2) 前記エッティングガスの圧力を1.0Pa以上

20Pa以下としたことを特徴とする請求項(1)記載のアルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法。

(3) 前記容器内には、磁場が形成されていることを特徴とする請求項(1)記載のアルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法。

3. 発明の詳細な説明

(発明の目的)

(産業上の利用分野)

本発明は、アルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法に係り、特に、パターン密度が局所的に大きく異なるようなパターンを同時に精度よくバーニングするための方法に関する。

(従来の技術)

反応性イオンエッチング法(RIE)や反応性イオンビームエッチング法(RIBE)は、マスクパターンに沿って垂直に下地材料をエッティング加工するドライエッチング手段として用いられ、特に、半導体集積回路素子の微細化に大きな役割

を果たしている。

これらのドライエッティング手段では、プラズマ中に生成されたイオンが、基板表面にほぼ垂直に入射衝突して、エッティングガスと基板との化学反応を促進し、マスクパターン下にアンダーカットの生じない異方性エッティングが達成される。

従来、アルミニウムおよびアルミニウム合金のエッティングには塩化堿素(BCl_3)や臭化堿素(Br_3)を主成分とし、これに30%以下の塩素(Cl_2)を添加した混合ガスが用いられている(ジャーナルオブエレクトロケミカルソサイティ第135巻1184ページ J. Electrochem. Soc. Vol. 135 pp 1984)。

また、高速エッティング法としては、エッティングガスとして塩素ガスを用い、このガス圧を1.0Pa乃至20Paの範囲とした方法も提案されている。この方法は、ガス圧を1.0Pa乃至20Paの範囲にしたとき、塩素分子はアルミニウムおよびアルミニウム合金とイオン衝撃のない状態

でも容易に反応することを利用したものである。

ところで、近年、半導体集積回路素子の用途が広がり、回路パターンも多様化しており、これに伴い、新しい問題点が現れてきている。この1つは、1チップの回路内に配線パターンが密集した領域と、まばらな領域とが共存することに起因するローディング>Loading効果が比較的大きいことである。

このローディング効果とは、被エッティング物の露出面積が変化すると同時に、単位面積当たりのエッチャントの供給量が変動するため、エッティング速度が変化する現象や、マスク部分の面積の変化に伴い、スパッタ効果でマスクから放出される炭素等の不純物量が変動し、エッティング特性が変化するという現象である。

このようにチップ内部の配線パターンの疎密差が大きい場合、ローディング効果によって部分毎にエッティング速度に差が生じる。すなわち、配線密度の高い部分ではエッティングが終了しているのに対し、配線密度の低い部分ではアルミニウムが

残っていたり、あるいは逆にオーバーエッティングが生じていたりすることがある。

例えば、配線層パターンの形成に際し、配線間の短絡を防止するためには、全ての領域でエッティングが終了するまで、エッティングを続行する必要がある。しかしながら、この間にエッティング速度の大きい領域では過剰にエッティングが進み、その結果、アルミニウム配線層の下地の絶縁膜が剥離を受けたり、マスクの下にもエッティングが進行するアンダーカットが生じたりして、深刻な問題となっていた。

このようなローディング効果を防止するには、エッティングガスの圧力を大幅に下げるという方法がある。しかしながら、ガス圧を下げると、塩素分子とアルミニウムとの反応が抑制され、エッティング速度が大幅に低下してしまうと言う問題があった。

(発明が解決しようとする課題)

このように、アルミニウムおよびアルミニウム合金の加工に際して、パターン密度の差が大きい

場合、エッティング速度の局所的な変動すなわちローディング効果を生じ易く、またこのローディング効果を抑制しようとすると、エッティング速度が低下するという問題があった。

本発明は、前記実情に鑑みてなされたもので、パターン密度の大小にかかわらず、高速かつほぼ均一なエッティングを行うことのできるドライエッティング方法を提供することを目的とする。

(発明の構成)

(課題を解決するための手段)

そこで本発明では、アルミニウムあるいはアルミニウム合金膜のパターン形成のためのドライエッティングに際し、塩素に対するハロゲン化堿素の混合比が25モル%以上100モル%以下であるように混合された塩素(Cl_2)およびハロゲン化堿素(BX_3 : $X = Cl, Br$)を主成分とする混合ガスを用いるようにしている。

また、本発明では、アルミニウムあるいはアルミニウム合金膜のパターン形成のためのドライエッティングに際し、塩素に対するハロゲン化堿素の

混合比が25モル%以上100モル%以下であつてかつ圧力が1.0Pa以上20Pa以下であるように混合された塩素(Cl₂)およびハロゲン化物(Cl_X:X=Cl, Br)を主成分とする混合ガスを用いるようにしている。

さらにまた、本発明では、アルミニウムあるいはアルミニウム合金膜のパターン形成のためのドライエッティングに際し、塩素に対するハロゲン化物の混合比が25モル%以上100モル%以下であるように混合された塩素(Cl₂)およびハロゲン化物(Cl_X:X=Cl, Br)を主成分とする混合ガスを用いて、磁場の中で放電プラズマを発生し異方性エッティングを行うようにしている。

(作用)

本発明者らは、アルミニウムあるいはアルミニウム合金膜を、塩素とハロゲン化物を主成分とするエッティングガスを用いて、ドライエッティングする方法において、ガスの組成比および圧力範囲を変化させ、実験を行った結果、これらを最適範

囲に選ぶようにはすれば、パターンの疎密差によるエッティング速度の変動が小さくかつエッティング速度の比較的高いエッティングを行うことが可能であることを発見し、本発明は、これに鑑みてなされたものである。

すなわち、塩素に対するハロゲン化物の混合比を25モル%以上100モル%以下とすると、エッティング材料のマスク被覆層に対するエッティング速度の影響が無視できる程度に小さくなることを発見した。

また、この効果はエッティングガスの圧力が1.0Pa以上20Pa以下であるとき、特に顕著であることがわかった。さらに、エッティング速度は、塩素に対するハロゲン化物の混合比の増大と共に単調に減少するが、許容限度内にあることが確かめられた。

さらにまた、磁場のなかで放電プラズマを発生させることにより、より異方性の高いエッティングが可能となる。

このように、本発明の方法によれば、パターン

密度依存性が小さく、エッティング速度の高いドライエッティングが可能となる。

(実施例)

以下、本発明の実施例について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

第1図は、本発明の方法に用いられるドライエッティング装置の概略構成図である。

このドライエッティング装置は、エッティング室10と、搬入用予備室20と、搬出用予備室30とから構成され、エッティング室10と、搬入用予備室20および搬出用予備室30との間はそれぞれゲートバルブ21および31により仕切られ、エッティング室を真空に保持したまま、それぞれ搬入用予備室20および搬出用予備室30に配設されたゲートバルブ22および32から被処理基体を搬入および搬出することができ、大気中の水分や酸素等の悪影響を避けることができるようになっている。23および33は基板載置台である。

また、エッティング室10は、真空容器10a内に配設された、被処理基板11を載置するための

第1の電極12と、この第1の電極12に13.56MHzの高周波電圧を印加すべくプロッキングキヤバシタ13を介して接続された高周波電源14と、第1の電極12を冷却するための冷却管15と、塩素ガス供給ライン16と、塩化物供給ライン17とを具備し、真空容器10a内に塩素および塩化物を導入しつつ、この第1の電極12と第2の電極を兼ねた真空容器10aの内壁との間に高周波電圧が印加されるようになっている。

この塩素ガス供給ライン16および塩化物供給ライン17は、それぞれバルブ16aおよび17aと、流量調整器16bおよび17bを具備し、流量およびガス圧を所望の値に調整できるようになっている。

次に、このドライエッティング装置を用いたエッティング方法について説明する。

まず、第2図(a)に示すように、被処理基体を形成する。すなわち、シリコン基板41上に、熱酸化によって形成された酸化シリコン(SiO₂)膜42を形成した後、スパッタ蒸着

法によりアルミニウム-シリコン-銅合金膜 (Al-Si-Cu) 43を形成し、このアルミニウム-シリコン-銅合金膜43上にレジストパターン44を形成する。このレジストパターンは、東京応化製のOFPR800と指称されているフォトレジストを、基板表面に塗布し、フォトリソ法によって選択的に除去し、形成される。そして、このマスクパターンとしては、シリコン基板の全面積に対するパターン面積が0%~50%の範囲内で種々のものを用意した。

このようにして形成された被処理基体を、第1図に示したドライエッチング装置を用いてエッチングする。

このときのエッチング条件は、エッチングガスとして塩素(Cl_2)および塩化錫素(BCl_3)を主成分とする混合ガスを用い、ガス流量は75 atm cm^3 /分、圧力は3Pa、印加したRF電力は電極1㎟当たり0.6Wとした。

このときのエッチング結果は、第3図に示すように、エッチングガスとして塩素ガスのみを用い

スの比が25%~100%のものを用いるのが望ましい。

さらに、第2図(b)に示すように、マスクパターンをフォトレジストに替えて、酸化シリコン膜パターン45とした場合のマスク被覆率とエッチング速度との関係を測定した結果を第4図に示す。エッチング条件については、前記エッチング時と同様とする。

ここでも曲線aは、塩素ガスのみをエッチングガスとして用いた場合のマスク被覆率とエッチング速度との関係を示す。ここで、エッチングガスとして塩素ガスのみを用いた場合(曲線a)、マスク被覆率0のサンプルに対しては0.85 μm /分のエッチング速度が得られるにもかかわらず、エッチング速度はマスク被覆率と共に単調に増加し、マスク被覆率50%の場合は1.5 μm /分とエッチング速度は約1.8倍に達している。このように、マスクパターン依存性が極めて大きい。これに対し、エッチングガスとしての塩素ガスに塩化錫素ガスを15%(曲線b)、25%(曲線

c)、50%(曲線d)と添加していくと、この場合も曲線は次第に傾きが小さくなつて平坦となり、パターン密度に対する依存性が徐々に低減されていることがわかる。このように添加量を増すほどパターン密度依存性が低下する傾向にあるが、マスク被覆率0のサンプルに対するマスク被覆率50%のサンプルのエッチング速度の比が60%程度が許容限度であり、このときの塩化錫素ガスの添加量は25%(曲線c)である。また、塩化錫素ガスの添加量が100%を越えると曲線eに示すようにエッチング速度が低くなる。従って、エッチングガスとして、塩素ガスに対する塩化錫素ガ

c)、50%(曲線d)と添加していくと、この場合も曲線は次第に傾きが小さくなつて平坦となり、パターン密度に対する依存性が徐々に低減されていることがわかる。そして、添加量25%の場合、マスク被覆率によるエッチング速度の変動率は、20%程度となっている。

また、同様の実験を、窒化シリコン膜をマスクとして行ったところ、第4図に示した酸化シリコン膜パターンをマスクとした場合とほぼ同じ特性を示すことが明らかとなった。

このように、有機物であるフォトレジストをマスクとした場合(第3図)と酸化シリコン膜または窒化シリコン膜等の無機膜をマスクとした場合とでは、マスク被覆率依存性すなわちパターン密度依存性は全く逆の傾向を示している。しかしながら、いずれのマスク材料を用いた場合も、一定量の塩化錫素を添加することによって、パターン密度依存性が大幅に低下している。また、加工形状もパターン密度に依存することなく、ほぼ同一であった。

さらに、塩化硼素ガスの添加に伴うエッティング速度の変動を測定した結果を第5図に示す。ここでは、測定はマスク被覆率0とした上記実施例と同様のサンプルについて行った。そして他のエッティング条件については、上記実施例の場合と同様にそれぞれガス總流量7.5 atm cm³/分、圧力は3 Pa、印加したRF電力は電極1当たり0.6 Wとした。この図からも明らかのように、エッティング速度は塩化硼素ガスの添加と共に単調に減少する。

以上の実験結果からもわかるように、パターン依存性が小さくかつ比較的高いエッティング条件が得られるガス混合比は25%~100%程度である。

さらに、エッティングガスの圧力とエッティング速度との関係を測定した結果を第6図に示す。ここで曲線Aは塩素ガスのみをエッティングガスとした場合について、曲線Bは塩化硼素ガスと塩素ガスとを1対1で混合した（塩素ガスに対する塩化硼素ガスの混合比100%の）混合ガスをエッテン

ておくためである。

第7図において、曲線Aと曲線A'を比較すると、ほぼ同一線上にあり、塩素ガスのみをエッティングガスとした場合は、放電の有無にかかわらず、エッティング速度がほぼ同一であり、しかもガス流量にはほぼ比例して増大していることがわかる。この結果は、放電を付加した場合でも、主たるエッティング反応は塩素分子とアルミニウムとの反応であり、塩素ガスの供給によって反応が律速されていることを示唆している。

また曲線B'をみると、塩化硼素ガスと塩素ガスとを1対1で混合した混合ガスをエッティングガスとした場合であって放電を付加しない場合では、エッティング速度は、塩素ガスのみをエッティングガスとした曲線AおよびA'の場合と比較して、約1/2となり、やはり流量にはほぼ比例して増大することがわかる。この場合も主たるエッティング反応は塩素分子とアルミニウムとの反応であり、塩素ガスの供給によりエッティング反応が進行する。

これに対し、曲線Bでは他の場合と異なってお

りガスとした場合に測定結果である。エッティング速度はいずれの場合も10 Pa程度で最大となる。そして、比較的高いエッティング速度を得ることができるのは1 Pa~20 Paの範囲に圧力を設定したときであることがわかる。

また全ガス流量に対するエッティング速度の関係を測定した結果を第7図に示す。ここでも、曲線Aは塩素ガスのみをエッティングガスとした場合について、曲線Bは塩化硼素ガスと塩素ガスとを1対1で混合した（塩素ガスに対する塩化硼素ガスの混合比100%の）混合ガスをエッティングガスとした場合であって放電を付加した場合の測定結果である。さらにA'およびB'はそれらの場合についてエッティング初期のみ放電をおこない、あとは放電を付加しない場合の測定結果である。ここでエッティング初期のみ放電をおこなうようにしたのは、アルミニウムは塩素分子と反応するため放電なしにエッティング反応は進行するが、アルミニウム表面の自然酸化膜は塩素分子と反応しないため、この自然酸化膜をあらかじめ除去し

り、塩化硼素ガスと塩素ガスとを1対1で混合した混合ガスをエッティングガスとした場合であって放電を付加した場合では、エッティング速度はガスの流量に対する依存性が小さく、特に流量7.5 atm cm³/分以上ではほぼ飽和する傾向にある。この結果は、エッティング反応の律速段階が塩素分子の供給とは異なることを示唆している。

このように、エッティング反応の律速段階が変化する原因として以下の3点が考えられる。

① 塩化硼素の放電分解物が塩素分子と反応することによって、気相中の塩素分子の濃度が減少する。

② 塩化硼素の放電分解物が、アルミニウム表面に吸着または堆積して、塩素分子とアルミニウムとの反応を抑制する。

③ 塩素分子によるエッティング生成物はAlCl₃またはAl₂Cl₆と考えられているが、塩化硼素を添加することにより別の反応生成物ができる。

これらの原因を明らかにするため、XPSによ

り、エッティング後のアルミニウム表面元素の分析を行った。ここでは、塩化亜素ガスと塩素ガスとを1対1で混合した混合ガスをエッティングガスとした場合であって塩素分子によりエッティングが進行する放電を付加した場合と塩素分子によりエッティングが抑制される放電を付加しない場合について比較した結果を次表に示す。

表

	A ₂	O	C ₂	C	B
Cl ₂ + BC ₂ 放電有り	30%	44%	3%	14%	9%
" 無し	35%	49%	1%	15%	0

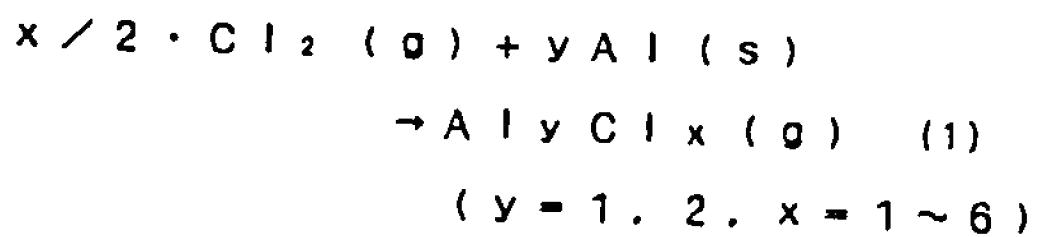
酸素および炭素が検出されているのは、エッティング後一旦大気中に取り出したために表面のアルミニウムが酸化されたり、不純物が付着したりしたことによるものである。

この表で注目したいのは放電有りの場合のみ表面から細素が検出されている点である。この結果は、前記理由②または理由③により、エッティング反応が抑制されている可能性があることを示している。

次に、エッティング時のウェハ温度を測定した結果を第8図に示す。第8図(a)は塩素ガスのみをエッティングガスとして放電を行いつつエッティングを行う場合についての、放電開始からのエッティング経過時間とウェハ温度との関係を測定した結果を示し、第8図(b)は塩化亜素ガスと塩素ガスとを1対1で混合した混合ガスをエッティングガスとして放電を行いつつエッティングを行う場合についての、放電開始からのエッティング経過時間とウェハ温度との関係を測定した結果を示す。なお、ウェハの載置されている電極には冷却管15によ

って0度の冷却水が流されており、放電開始前はウェハは0度に保たれている。

第8図(a)の塩素ガスのみをエッティングガスとした場合、ウェハ温度は50度まで一旦上昇し、その後エッティングされるアルミニウムがなくなり、下地の酸化シリコンがあらわれると、45度に低下している。アルミニウムエッティング時に温度が上昇するのは、放電プラズマからの輻射熱およびイオン衝撃による加熱と、アルミニウムのエッティング反応に伴う発熱によるものであると考えられる。また、エッティング終了後アルミニウム温度が下降するのは反応熱による寄与がなくなったためである。この結果は、アルミニウムの塩素によるエッティング反応(式1)が全体として発熱反応であることを示している。



一方、第8図(b)の塩化亜素ガスと塩素ガスとを1対1で混合した混合ガスをエッティングガス

として放電を行いつつエッティングを行う場合は、Cl₂のみの場合と異なり、放電開始後、アルミニウムのエッティング反応が進行している間はウェハの温度上昇が温度は35度にとどまっているのに対し、エッティングが終了して酸化シリコンが露出した後は、45度まで温度上昇している。この結果は、アルミニウムのエッティング反応が全体として吸熱反応であることを示唆している。

現時点では、このエッティング反応の反応式を特定することはできないが、塩素ガスのみでエッティングする場合とは、エッティングに寄与する活性種または、エッティング反応の生成物が異なる可能性がある。

このような実験結果から第3図において、塩素ガスの含有比率が大きいものほど、フォトレジストマスクの被覆率が増大するとエッティング速度が低下する傾向が強いのは、イオン衝撃によりフォトレジストがスパッタされ、その分解生成物がアルミニウム上に堆積して、塩素分子とアルミニウムとの反応を抑制しているためと考えられる。マ

スクバターンのピッチを変化させた実験によると、このようなスパッタ物の堆積による効果は、マスクから半径 3 mm 程度すなわち約 30 mm^2 の面積範囲に及ぶことが明らかとなった。

また、第4図において、塩素ガスの含有比率が大きいものほど、酸化シリコンまたは窒化シリコンマスクの被覆率が増大すると、エッティング速度が増大する傾向が強いのは、つぎのような理由によるものと考えられる。酸化シリコンや窒化シリコン等の無機膜はスパッタをうけにくく、エッティングを抑制するような分解生成物は発生せず、マスクの被覆率が増大すると単位面積当たりの塩素ガス供給量が増大するため、エッティング速度が増大するものと思われる。

これら2つの場合の相違なるエッティング速度依存性はいずれもエッティング反応が、主として反応式(1)に基づいて起こり、塩素分子とアルミニウムとの化学反応であることに起因する。

すなわち、化学反応であるため、表面の汚染物の影響を受け易く、また塩素の供給量に律速され

このエッティング装置を用いたアルミニウムのエッティング特性を測定した結果を第10図に示す。

第10図は、エッティング速度とガスの總流量との関係を測定した結果を示し、前記実施例に於ける第7図に対応するものである。サンプルおよびエッティング条件については、前記実施例と全く同様にしておこなった。

すなわち、曲線Aは塩素ガスのみをエッティングガスとした場合について、曲線Bは塩化硼素ガスと塩素ガスとを1対1で混合した（塩素ガスに対する塩化硼素ガスの混合比100%の）混合ガスをエッティングガスとした場合であって放電を付加した場合の測定結果である。圧力は 3 Pa 、印加したRF電力は電極1cm当たり 0.6 W とした。

この装置によって実験を行った結果においても、第7図に示した前記実施例の場合と同様の特性を示す。すなわち、塩素ガスのみをエッティングガスとした曲線Aの場合は、エッティング速度がほぼ流量に比例して増大するのに対し、塩化硼素ガスと塩素ガスとを1対1で混合した混合ガスをエッチ

るため、アルミニウムの露出面積の変化の影響も受けやすい。これに対し、塩化硼素を25%以上添加すると、エッティング反応の快速段階が変化し、このようなパターン依存性が解消されたものと思われる。

次に、本発明の他の実施例について説明する。

この方法で使用するエッティング装置は、第9図に概略図を示すように、第2の電極を兼ねた真空容器10の上部に同心円状に配列され、回転軸19を中心にして回転される永久磁石18を備え、真空容器10内に最大 200 Gauss の磁場が発生するようになっていることを特徴とするもので、他部については第1図に示したエッティング装置と全く同様に構成されている。

この装置では、真空容器10に反応ガスを導入して、RF電力を印加すると、電極とこれに直交する磁場成分の効果により、プラズマ中の電子がサイクロイド運動をする。この結果、分子の解離効率が上り、高密度のマグネットロンプラズマを得ることができるものである。

ングガスとした曲線Bの場合は、流量に対して飽和する傾向を示す。しかしながら、この飽和点に於けるエッティング速度が、前記実施例の場合 $3000\text{ A}/\text{分}$ に過ぎないのに対し、マグネットロンプラズマを用いたこの場合は、 $5000\text{ A}/\text{分}$ に達している。

また、マスクバターン面積すなわちマスク被覆率に対するエッティング速度依存性は、前記実施例の場合と同様であり、塩素のみでは極めて大きいのに対し、塩化硼素を添加することにより、このエッティング速度依存性は大幅に低減され、塩化硼素に対する塩素の混合比が25%~100%の範囲で良好なエッティング結果を得ることができた。また、エッティング圧力 0.3 Pa 乃至 10 Pa の範囲で $2000\text{ A}/\text{分}$ という实用に供し得るエッティング速度を得ることができた。

なお、本発明は、実施例に限定されるものではない。

例えば、実施例ではエッティング手段として、平行平板形の反応性イオンエッティング(RIE)お

およびマグネットロン形の反応性イオンエッティングを用いたが、電子サイクロトロン共鳴（ECR）プラズマを用いた異方性ドライエッティング等を用いる場合に対しても適用可能である。

さらに、前記実施例では、塩素ガスと塩化硼素ガスとの混合ガスを用いたが、塩化硼素に代えて、臭化硼素（ BBF_3 ）を用いても同様の効果を呈することが確認されている。さらに、塩素ガスとハロゲン化硼素（ BX_3 : X = Cl, Br）を主成分として含み、ヘリウム（He）や窒素（N₂）等の不活性ガスや、一酸化炭素（CO）や四塩化炭素（CCl₄）等の炭素を含む混合ガスを用いる場合にも有効である。

さらにまた、被処理材料としては、実施例で用いたアルミニウムシリコン-銅合金の他、アルミニウムまたはアルミニウムを主成分とする他の合金にも有効である。

〔発明の効果〕

以上説明してきたように、本発明の方法によれば、アルミニウムあるいはアルミニウム合金膜の

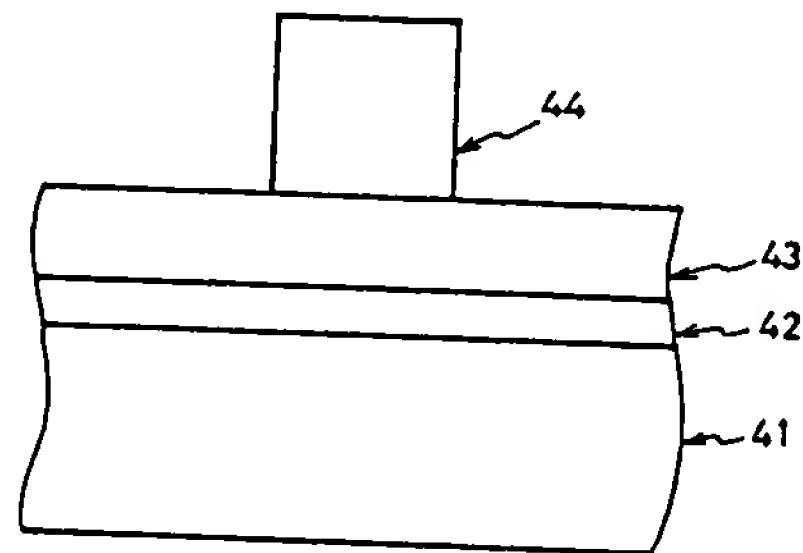
パターン形成に際し、塩素に対するハロゲン化硼素の混合比が25モル%以上100モル%であるよう混合された塩素（Cl₂）およびハロゲン化硼素（ BX_3 : X = Cl, Br）を主成分とする混合ガスを用いるようにしているため、パターン密度依存性が小さく、エッティング速度の高いドライエッティングが可能となる。

4. 図面の簡単な説明

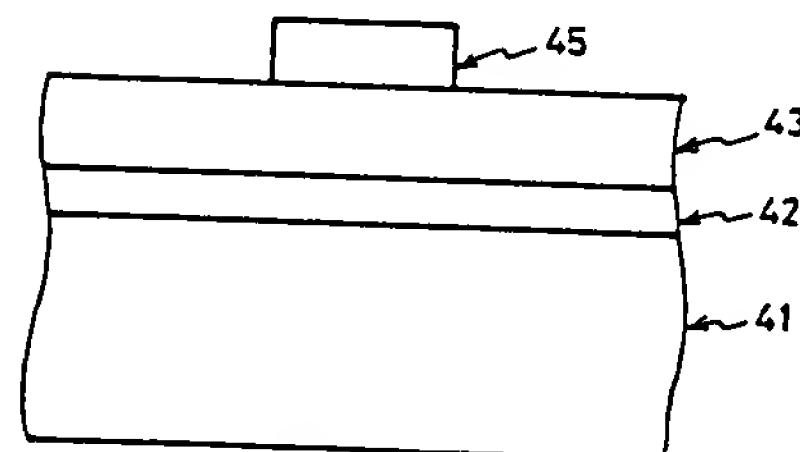
第1図は、本発明実施例のエッティング方法に用いられるエッティング装置を示す概略図、第2図(a)および第2図(b)は、それぞれ被処理基体を示す図、第3図および第4図は、それぞれ第2図(a)および第2図(b)の被処理基体に対し、エッティングをおこなった場合のエッティング速度とマスク被覆率との関係を示す図、第5図は塩化硼素の添加量に対するエッティング速度の変動を示す図、第6図はエッティング圧力とエッティング速度との関係を示す図、第7図は全ガス流量に対するエッティング速度の関係を示す図、第8図(a)および第8図(b)はそれぞれエッティングガスと

して塩素ガスを用いた場合と塩化硼素と塩素との混合ガスを用いた場合におけるエッティング経過に伴うウェハ温度の変化を示す図、第9図は本発明の他の実施例のエッティング装置を示す図、第10図は第9図のエッティング装置を用いてエッティングを行った場合の全ガス流量に対するエッティング速度の関係を示す図である。

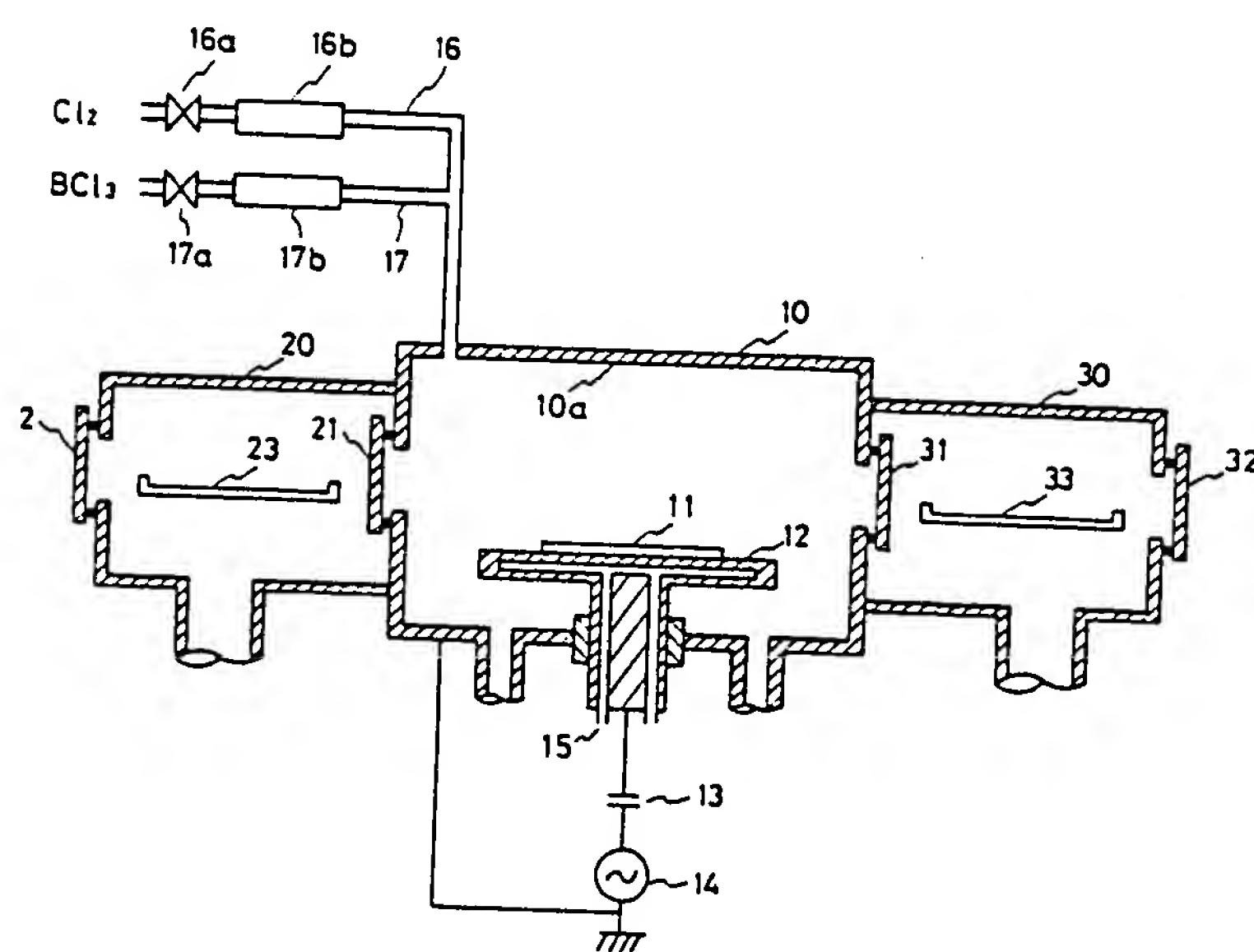
10…エッティング室、10a…真空容器、20…搬入用予備室、3…搬出用予備室、21, 22, 31, 32…ゲートバルブ、23, 33…基板載置台、11…被処理基板、12…第1の電極、13…ブロッキングダイオード、14…高周波電源、15…冷却管、16…塩素ガス供給ライン、17…塩化硼素供給ライン、16a, 17a…バルブ、16b, 17b…流量調整器、18…永久磁石、19…回転軸、41…シリコン基板、42…強化シリコン膜、43…アルミニウムシリコン-銅合金膜、44…レジストパターン、45…強化シリコン膜パターン。



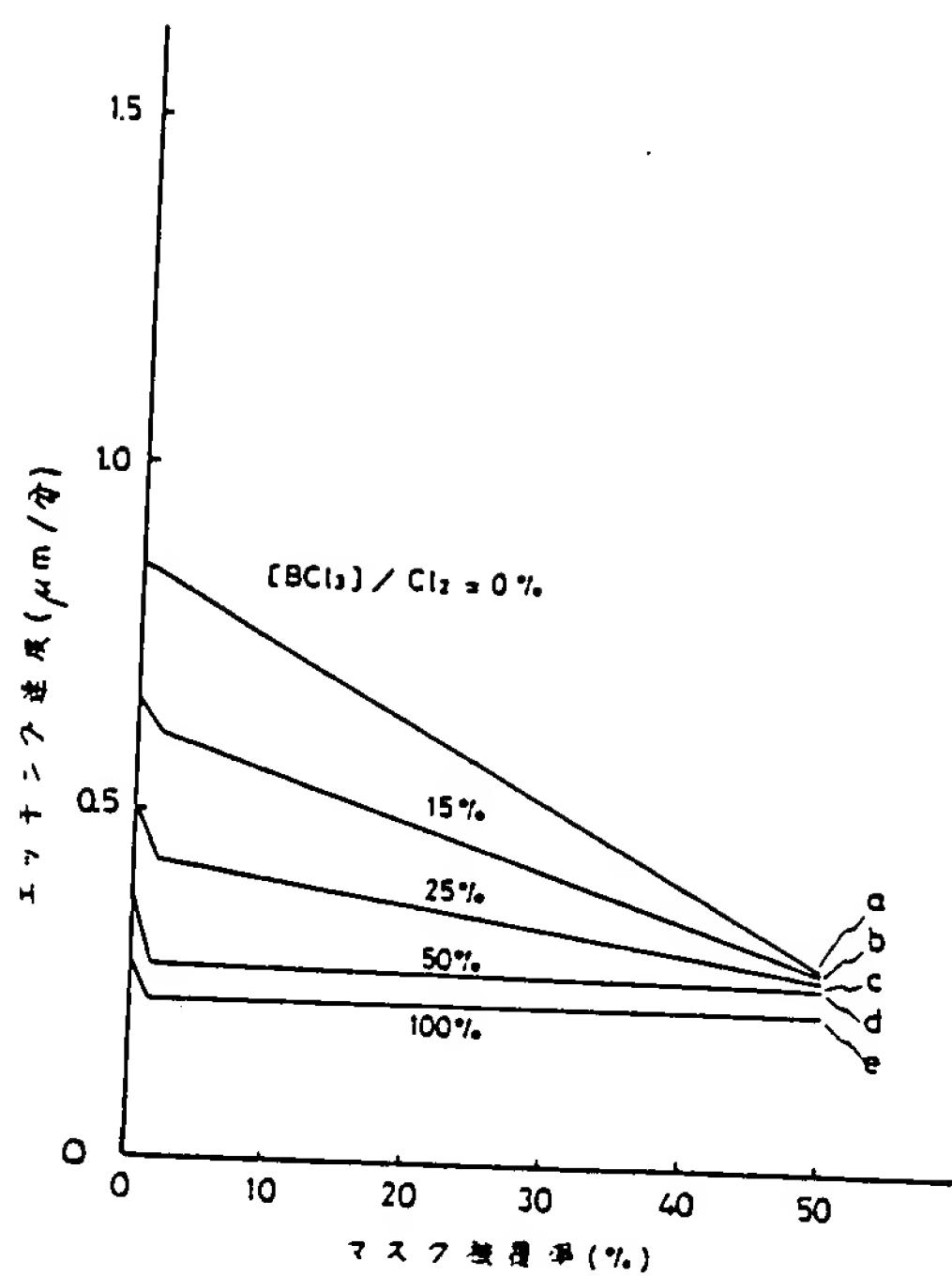
第2図 (a)



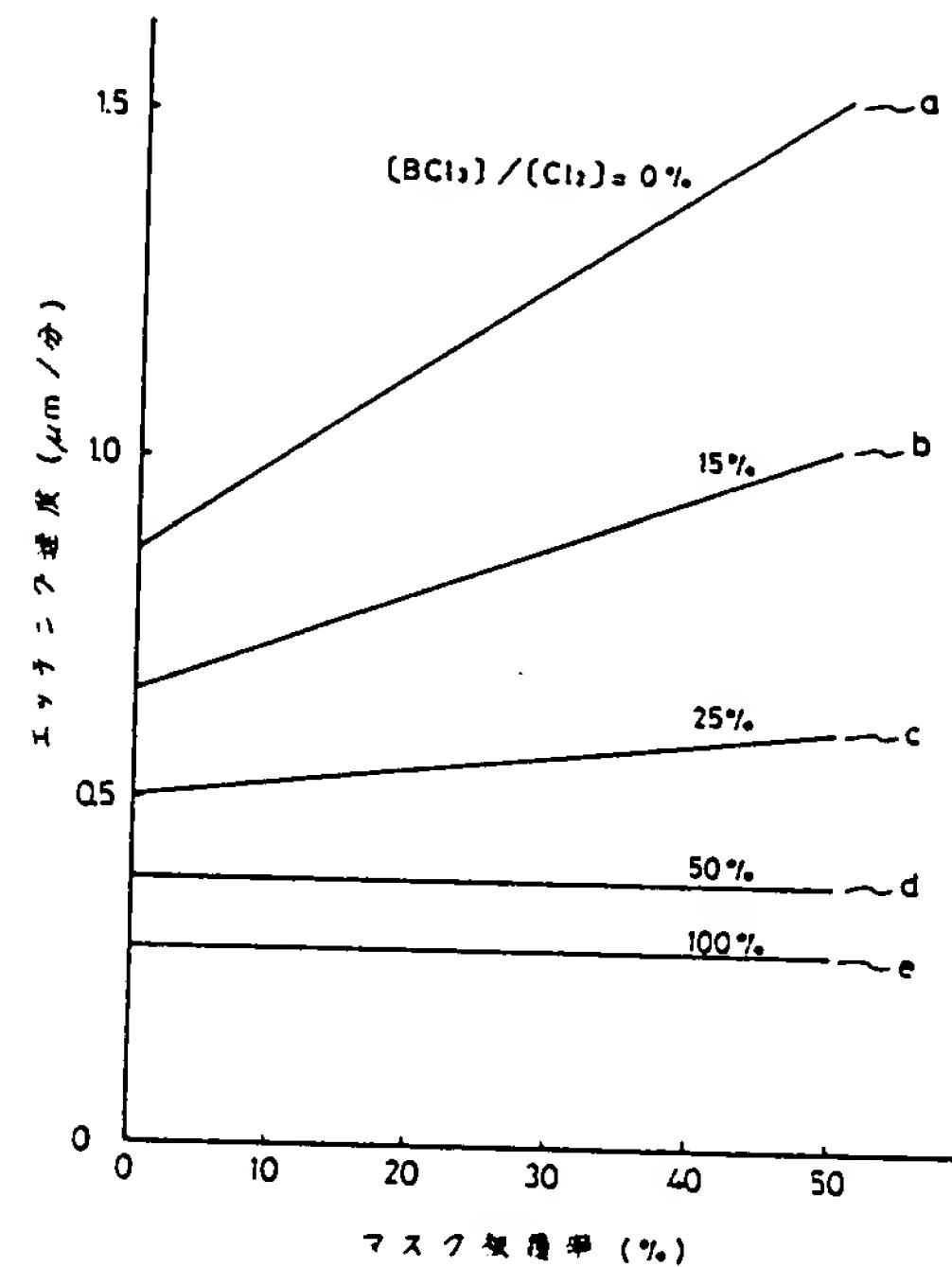
第2図 (b)



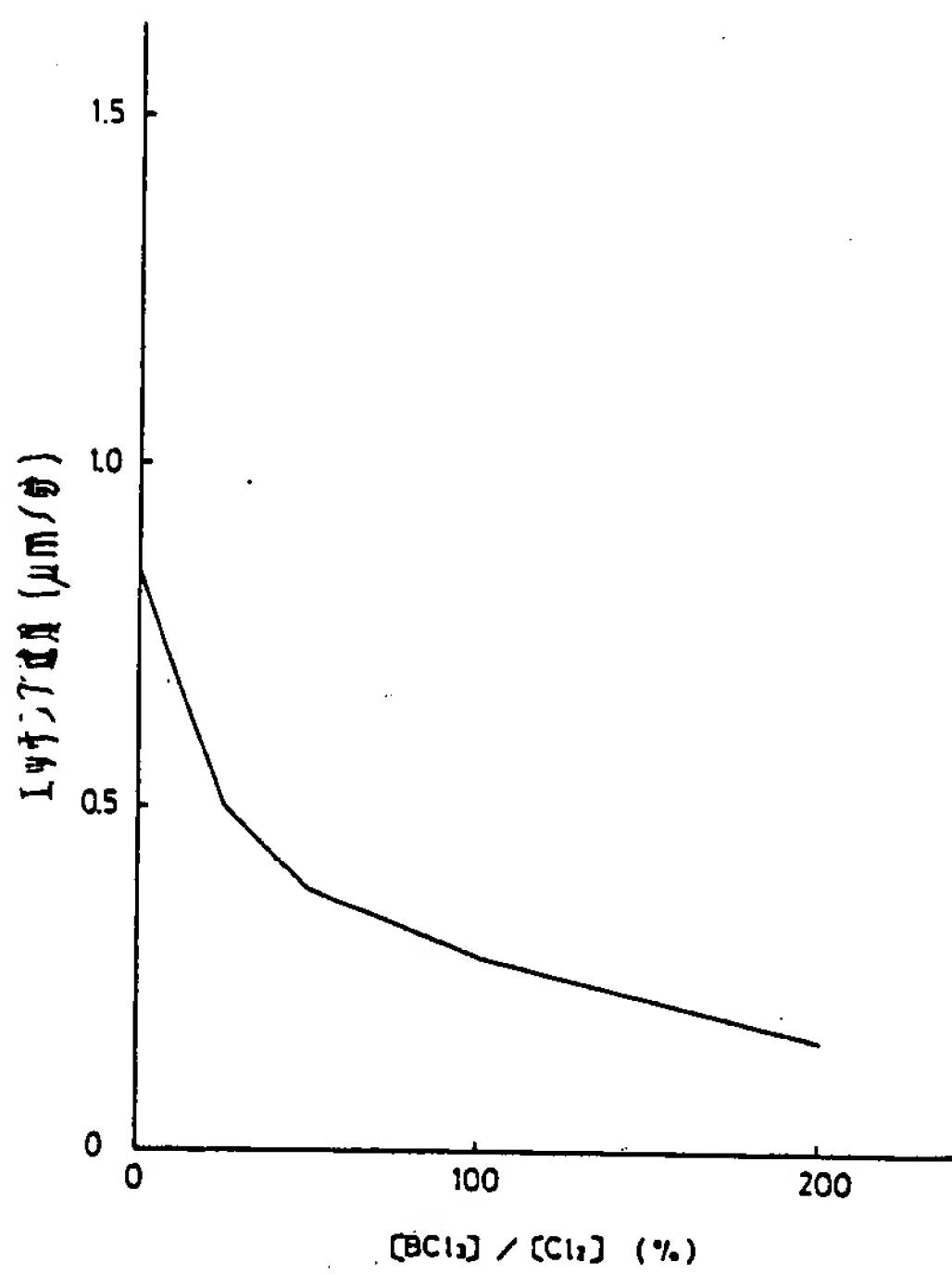
第1図



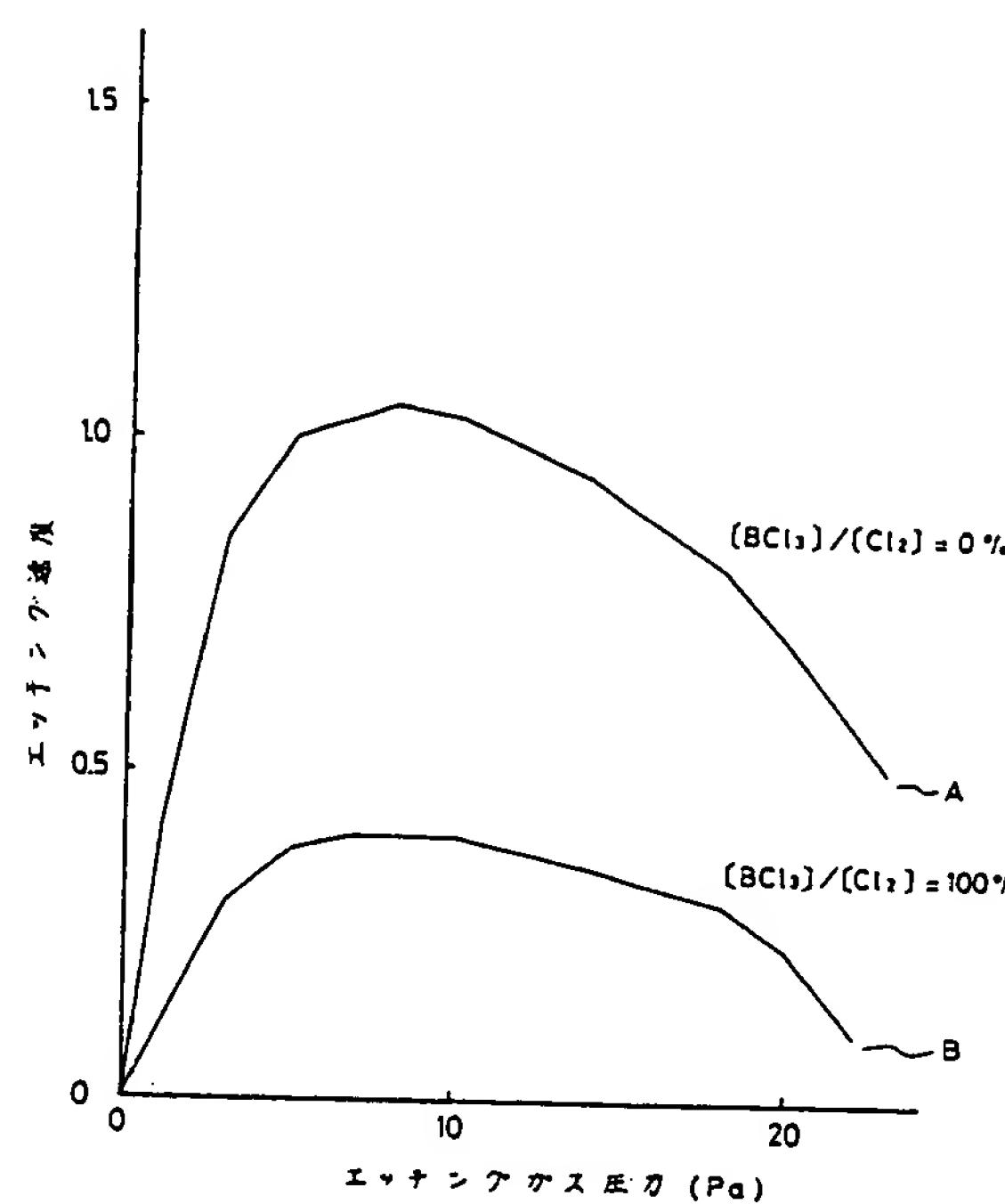
第3図



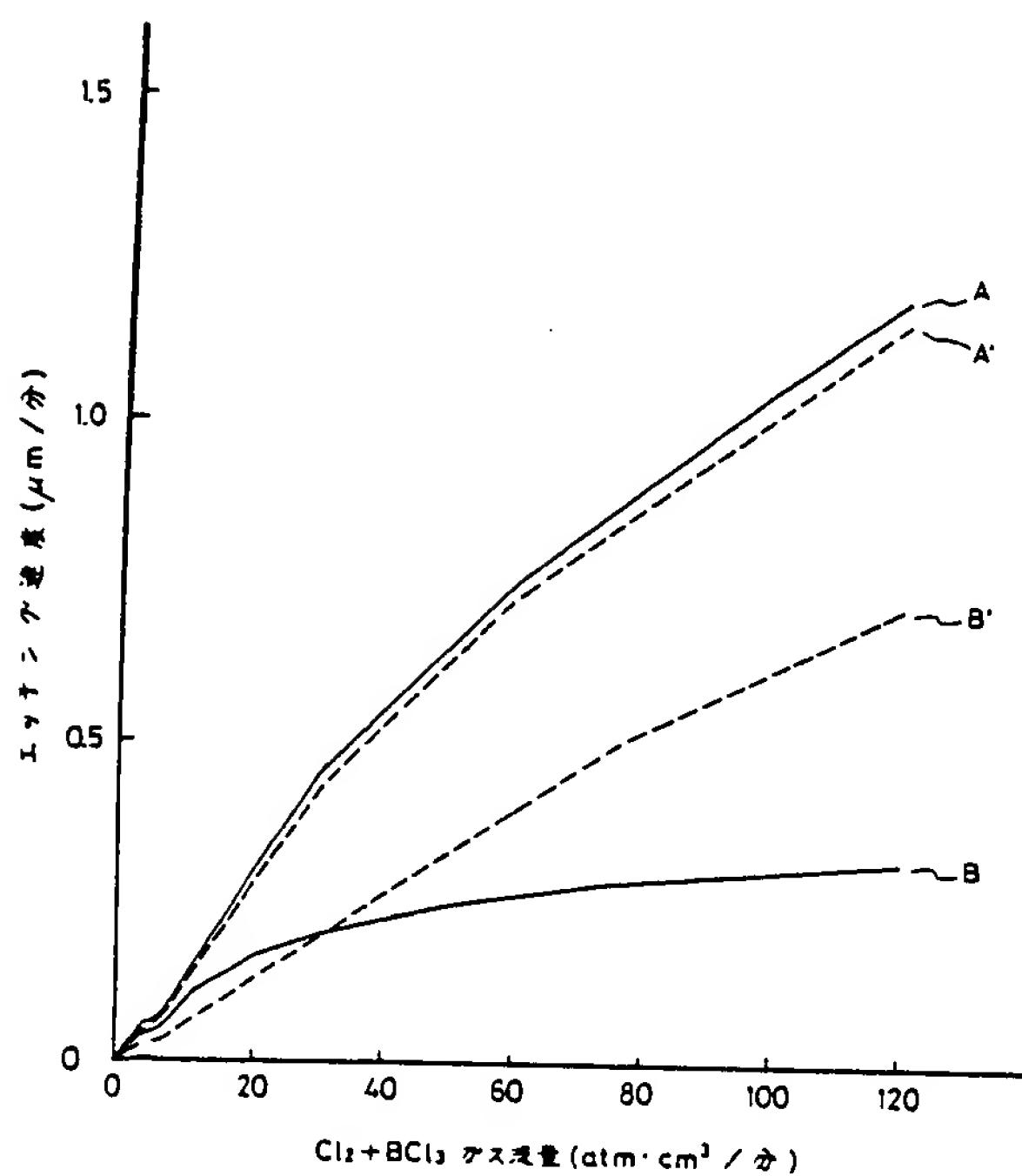
第4図



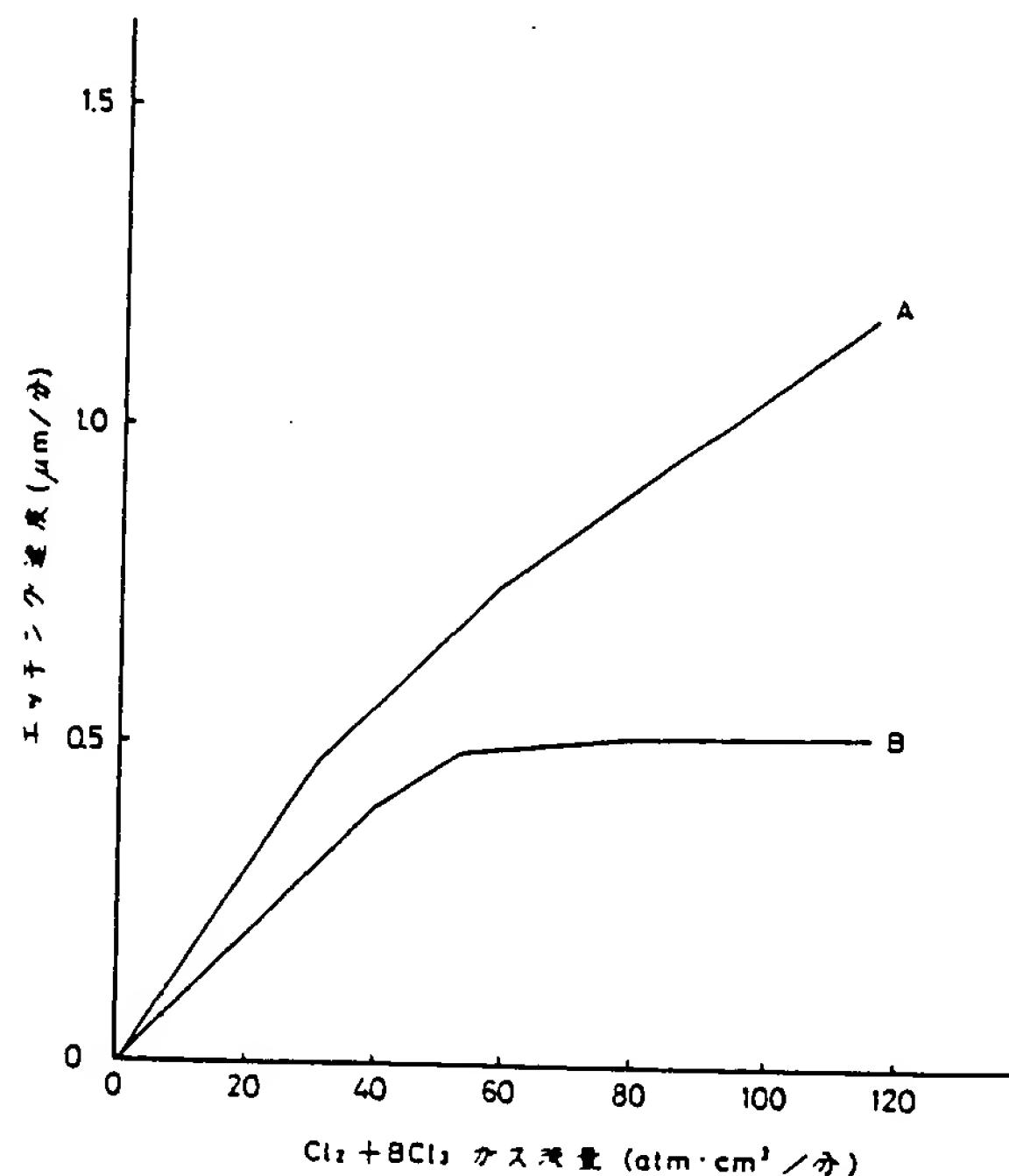
第5図



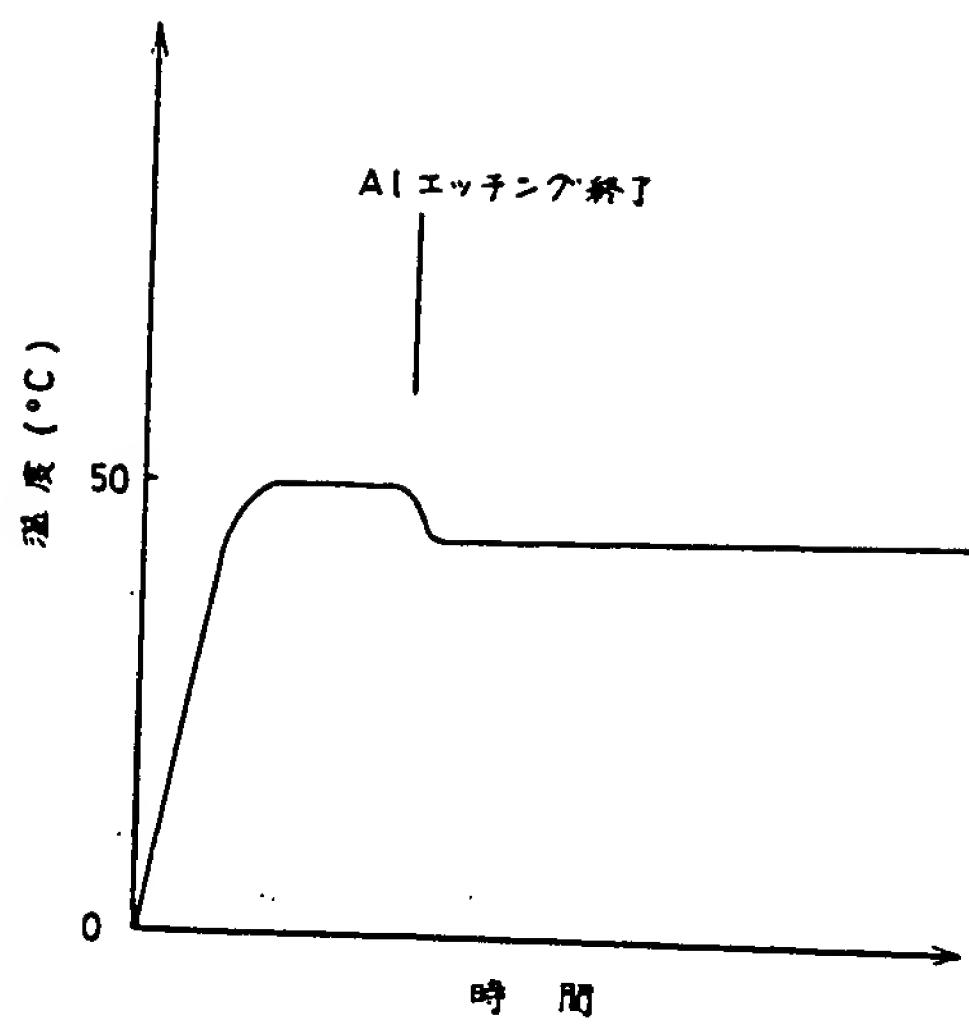
第6図



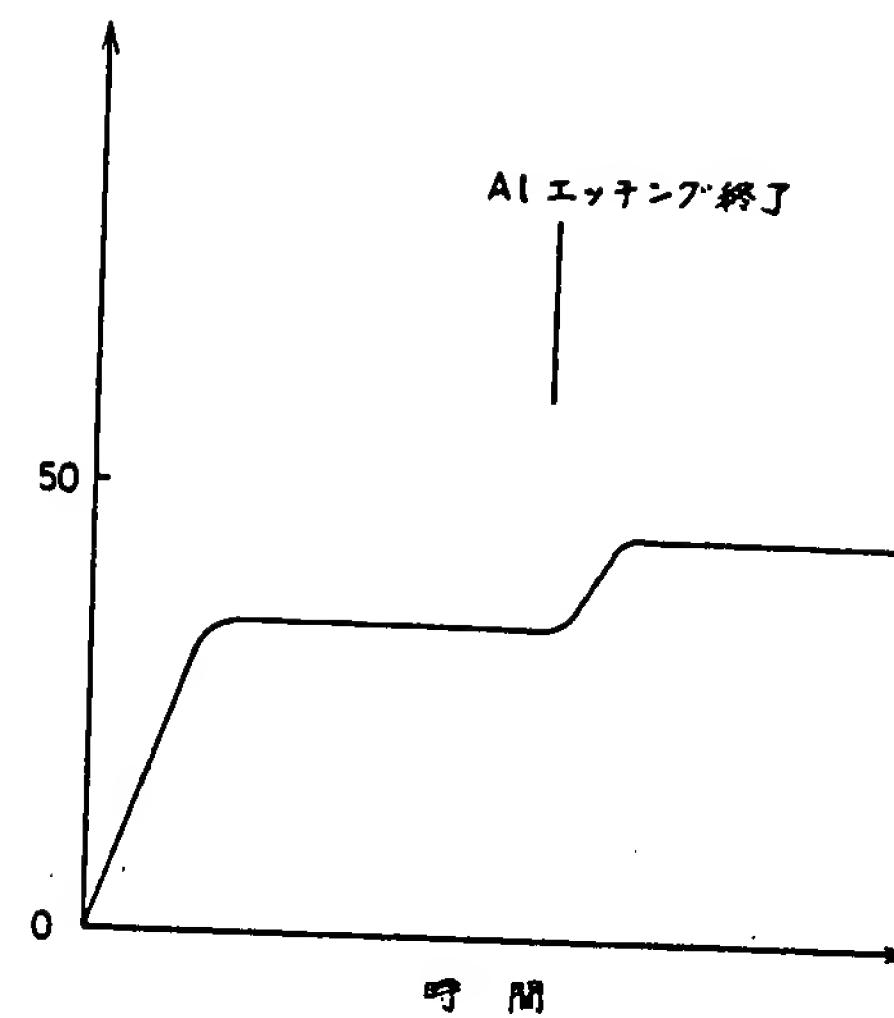
第7図



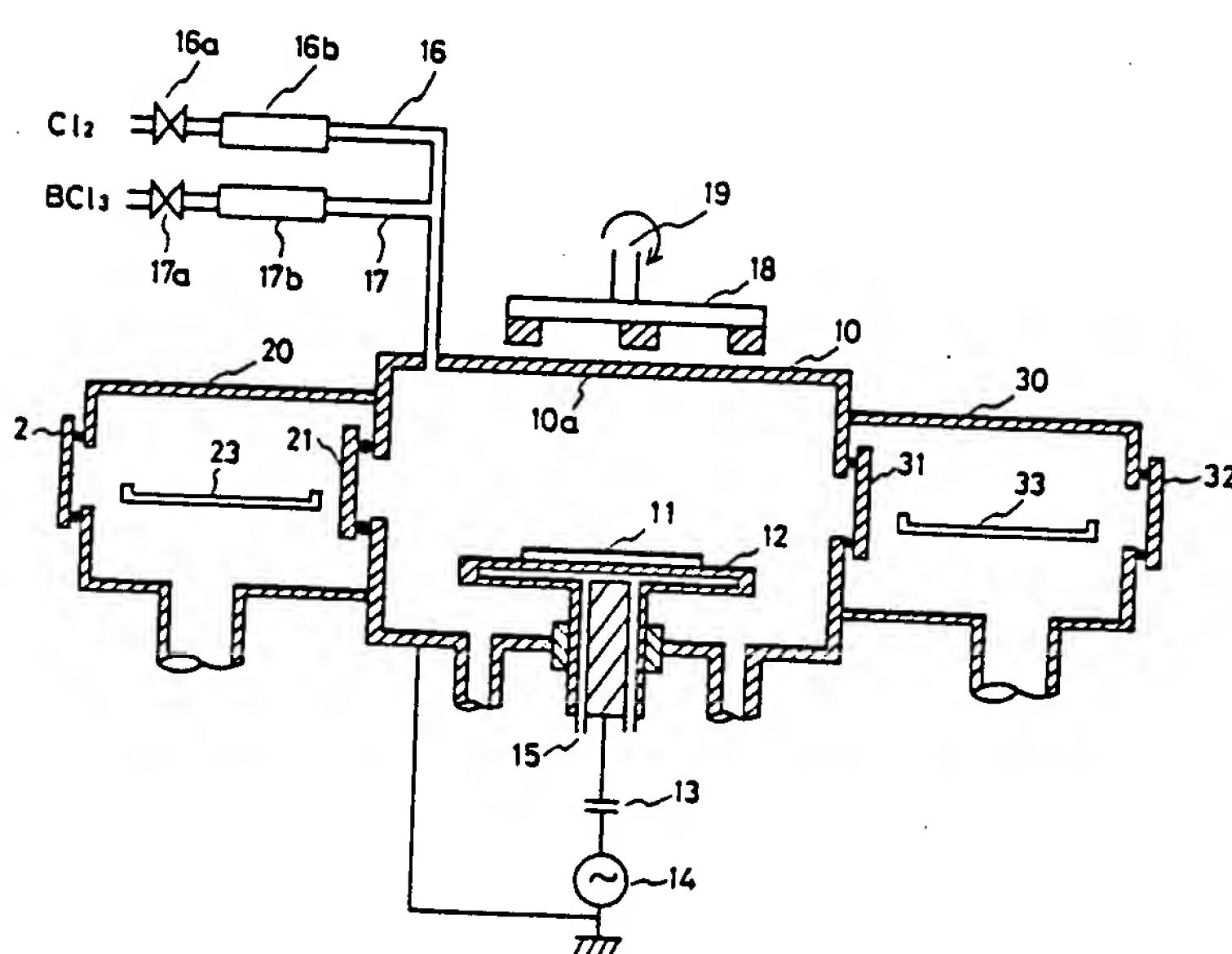
第10図



第8図 (a)



第8図 (b)



第9図